

Patent Abstracts of Japan

1

RR FR

PUBLICATION NUMBER : 2002334902

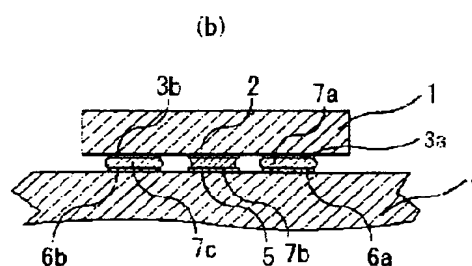
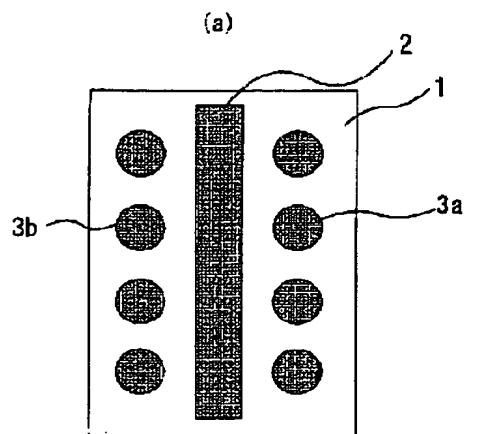
PUBLICATION DATE : 22-11-02

APPLICATION DATE : 09-05-01

APPLICATION NUMBER : 2001138541

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : KAWAMOTO KAZUTAMI;

INT.CL. : H01L 21/60 H01L 31/02 H01S 5/022 //
H01L 21/60TITLE : STRUCTURE AND METHOD FOR
MOUNTING OPTICAL ELEMENT

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a structure for mounting an optical element that can realize high accuracy positioning in both the horizontal and vertical directions, using only the surface tension over a melted solder.

SOLUTION: During solder melting connection, a first joint part is arranged in the central part, so that a force to pull an optical element 1 is given to a substrate 4 by surface tension over molten solder, while a second joint part is arranged around its periphery so that a force to press up the optical element 1 is given contrarily. Furthermore, a solder is melted for connection in a reductive atmosphere or a reducing organic material.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-334902

(P2002-334902A)

(43) 公開日 平成14年11月22日 (2002. 11. 22)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード (参考)

H 0 1 L 21/60

3 1 1

H 0 1 L 21/60

3 1 1 Q

5 F 0 4 4

31/02

H 0 1 S 5/022

5 F 0 7 3

H 0 1 S 5/022

H 0 1 L 31/02

B

5 F 0 8 8

// H 0 1 L 21/60

21/92

6 0 2 Q

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願2001-138541 (P2001-138541)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(22) 出願日

平成13年 5 月 9 日 (2001. 5. 9)

(72) 発明者 西川 徹

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 徳田 正秀

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男 (外 2 名)

最終頁に続く

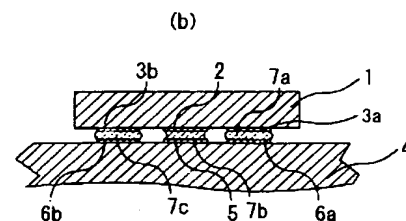
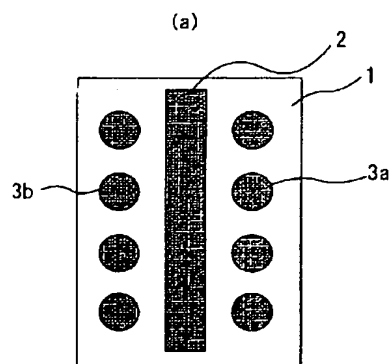
(54) 【発明の名称】 光素子の実装構造および実装方法

(57) 【要約】

【課題】 溶融はんだの表面張力のみにより水平方向、垂直方向の高精度の位置決めを実現する光素子の実装構造を提供することにある

【解決手段】 はんだ溶融接続時に、表面張力により基板4に対して光素子1を引張る方向に力が働くようにした第1の接続部を中央部に、その周辺に逆に光素子1を押し上げるような力が働くようにした第2の接続部を配置する。さらに、還元性雰囲気または還元性有機材料中ではんだの溶融接続を行う。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】中央部に配置された素子中央電極、及び該中央部の電極に対して周辺部に配置された素子周辺電極を有する光素子と、該光素子の各電極に対応して配置された中央部の基板中央電極、及び周辺部に配置された基板周辺電極とを有する基板とを備え、該素子中央電極と該基板中央電極の間に載置されるはんだの量をこれら電極間で形成される体積より少なくし、該素子周辺電極と該基板周辺電極の間に載置されるはんだの量をこれらの電極間で形成される体積以上として該光素子を該基板にはんだ付けすることを特徴とする光素子の実装構造。

【請求項2】光素子上に形成された電極と基板上に形成された電極とをはんだを用いて接続する光素子の実装構造において、該光素子と該基板の接続面の中央部に設けられた第1のはんだ接続部と、該光素子と該基板の接続面の周辺部に設けられた第2のはんだ接続部とを設け、はんだ接続部に供給されるはんだ体積を電極面積で割算した値を平均はんだ高さとし、第1のはんだ接続部の平均はんだ高さ H_1 、第2のはんだ接続部の平均はんだ高さ H_2 、該第1及び該第2のはんだ接続部に供給されるはんだの体積ばらつきにより生じる平均はんだ高さのばらつき N とした場合、 $H_1 - H_2 \geq 2 \times N \times H_2$ （1.00～N）の関係を満足することを特徴とする光素子の実装構造。

【請求項3】請求項2に記載の光素子の実装構造において、該光素子と該基板間のはんだ接続部の高さを、該第1のはんだ接続部の電極および該第2のはんだ接続部の電極の寸法のうち、最小寸法の1/2以下とすることを特徴とする光素子の実装構造。

【請求項4】光素子の中央部に配置された素子中央電極と基板の中央部に配置された基板中央電極とで形成される体積より少ない量のはんだを該基板中央電極上に供給し、該光素子の周辺部に配置された素子周辺電極と該基板の周辺部に配置された基板周辺電極とで形成される体積以上の量のはんだを該基板周辺電極上に供給する工程と、該基板上に該光素子を所定の位置に位置あわせし加圧もしくははんだの融点以下の温度で加熱しながら加圧することにより仮接続する工程と、はんだの融点以上に加熱して溶融したはんだの表面張力を利用して該基板上の電極に対して該光素子上の電極を位置決めする工程とを備えることを特徴とする光素子の実装方法。

【請求項5】請求項4記載の光素子の実装方法において、該はんだの融点以上に加熱して溶融したはんだの表面張力を利用して該基板上電極に対する該光素子上電極の位置決めを行う工程の雰囲気還元雰囲気とすることを特徴とする光素子の実装方法。

【請求項6】請求項5記載の光素子の実装方法において、該還元性雰囲気は水素ラジカルまたは水素ラジカルと酸素との混合物であることを特徴とする光素子の実装方法。

【請求項7】光素子の中央部に配置された素子中央電極と基板の中央部に配置された基板中央電極とで形成される体積より少ない量のはんだを該基板中央電極上に供給し、該光素子の周辺部に配置された素子周辺電極と該基板の周辺部に配置された基板周辺電極とで形成される体積以上の量のはんだを該基板周辺電極上に供給する工程と、該基板上に該光素子を所定の位置に位置あわせし加圧もしくははんだの融点以下の温度で加熱しながら加圧することにより仮接続する工程と、該仮接続された該光素子と該基板間のはんだ接続部にはんだの融点よりも高い沸点を有する有機材料を供給する工程と、該はんだの融点以上に加熱して溶融したはんだの表面張力を利用して該基板上電極に対する該光素子上電極の位置決めを行う工程とを備えることを特徴とする光素子の実装方法。

【請求項8】請求項7記載の光素子の実装方法において、該有機材料は分子内に少なくとも1個以上の水酸基を有する材料であることを特徴とする光素子の実装方法。

【請求項9】請求項7記載の光素子の実装方法において、該位置決め工程において、該有機材料を蒸発させて、該位置決め工程後に該有機材料の残さが残らないようにすることを特徴とする光素子の実装方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザーダイオードやフォトダイオード等の光素子を、フลักスをを用いないで基板上にはんだ接続し、三次元的に高精度に位置決めする光素子の実装構造および実装方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光素子の基板上への実装においては、例えば基板上に形成された光導波路との良好な結合を確保するため、1ミクロン以下の位置精度で高精度に実装する必要がある。はんだの表面張力を利用したセルフアライメントによる高精度な位置決め構造および方法が研究、開発されている。また、一般にはんだ接続に用いられるフลักスは、はんだおよび電極表面の酸化膜を還元除去するとともに接続部を覆い再酸化を防止することにより良好なセルフアライメントを達成できる。しかし、光素子の実装においてフลักスを用いた場合には、電子回路実装では電気的信頼性等の点では問題とならない残さによる汚染が光伝送の妨害になるという問題があり、はんだ付け後の洗浄が必須である。このはんだ接続後の洗浄は追加の工程および装置となるため、高コスト化の原因となる。そこで、洗浄が不要な工程に関して、フลักスレス接続が開発されている。

【0003】まず、セルフアライメントを用いた光素子の実装構造または方法に関連する技術としては、例えば特開平5-160192号公報および特開平7-239496号公報が挙げられる。特開平5-160192号公報には、セルフアライメントにより水平方向の位置精度を

1 ミクロン以下とするためにははんだ接続部の高さは概ね30ミクロン以上必要であり、一方、垂直方向の位置精度を1ミクロン以下とするためにははんだ接続部高さを概ね10ミクロン以下とする必要があり、両者を同時に満たすことは難しいことが示されている。その解決手段として、特開平5-60952号公報には、非導電性膜を用いて形成した凹溝内の基板側電極と、光素子の電極とをはんだ接続を行い、水平方向の位置決めははんだの表面張力によるセルフアライメントによって達成し、垂直方向の位置決めは、非導電性膜により支持することで達成することが示されている。また、特開平7-235566号公報も同様に、基板上に形成した位置決め台により、垂直方向の位置決めをすることが示されている。

【0004】また、電極パターンに関する技術としては、例えば特開平7-72352号公報および特開平8-179154号公報が挙げられる。特開平7-72352号公報には、光素子からの放熱性と位置精度を考慮して、中央部に光素子の活性層に沿って設けた帯状の電極と周辺部に設けた円形の位置決め用電極を用いて、光素子を実装する構造が示されている。さらに、この構造では、活性層に垂直な方向の位置決めは可能であるものの、活性層に沿って設けた帯状の電極が活性層に沿った方向のセルフアライメントを妨げ、高精度な位置決めはできない問題点があることも示されている。この問題を解決する手段としては、特開平8-179154号公報には、位置決め用の円形電極に代えて、放熱用の帯状電極と垂直な帯上電極を形成することにより、活性層に沿った方向の位置決め精度も高精度化が可能であることが示されている。はんだ接続高さに関しては、依然として帯状電極の中の0.7倍以上で18ミクロン程度と厚い必要があることが示されている。一方、フラックスレス化技術に関しては、上記従来技術においては窒素等の不活性雰囲気中ではんだ溶融接続する例が示されている。さらに、特開平10-170769号公報には、水素を還元性雰囲気として用いることが示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術においては、垂直方向の位置決め精度を確保するための非導電性膜のパターニング工程および位置決め台の形成工程が必要であり、基板製造工程が複雑、高価になるという問題がある。また、水平方向の位置決め精度をセルフアライメントにより確保するためにははんだの厚さがもっとも薄い従来技術においても電極径(巾)の0.7倍以上、18ミクロンと厚いため、垂直方向の位置決め精度を確保するためには供給するためのはんだ体積を高精度にコントロールしなければならない点が問題である。

【0006】また、上記従来技術にあるような帯状電極と円形電極のような異なる形状のはんだ接続部から構成される光素子の実装構造では垂直方向の傾きが生じやす

いという問題がある。さらに、不活性雰囲気および水素雰囲気中のリフローではその再酸化防止作用および還元作用は不十分であり、はんだ表面の酸化膜によりセルフアライメントが阻害され、光素子の実装に必要な1ミクロン以下という高精度な位置決め精度を達成できない問題がある。

【0007】本発明の目的は、溶融はんだの表面張力のみにより水平方向、垂直方向の高精度の位置決めを実現する光素子の実装技術を提供することにある。本発明の他の目的は、はんだ接続部の高さが電極径(巾)の1/2以下、好ましくは10ミクロン以下と薄く、かつフラックスを用いないではんだ接続を行う光素子の実装技術を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の目的を達成するために、第1の発明では、光素子の実装構造は、中央部に配置された素子中央電極、及び該中央部の電極に対して周辺部に配置された素子周辺電極を有する光素子と、該光素子の各電極に対応して配置された中央部の基板中央電極、及び周辺部に配置された基板周辺電極とを有する基板とを備え、該素子中央電極と該基板中央電極の間に載置されるはんだの量をこれら電極間で形成される体積より少なくし、該素子周辺電極と該基板周辺電極の間に載置されるはんだの量をこれらの電極間で形成される体積以上として該光素子を該基板にはんだ付けする。

【0009】第2の発明では、光素子上に形成された電極と基板上に形成された電極とをはんだを用いて接続する光素子の実装構造において、該光素子と該基板の接続面の中央部に設けられた第1のはんだ接続部と、該光素子と該基板の接続面の周辺部に設けられた第2のはんだ接続部とを設け、はんだ接続部に供給されるはんだ体積を電極面積で割算した値を平均はんだ高さとし、第1のはんだ接続部の平均はんだ高さ H_1 、第2のはんだ接続部の平均はんだ高さ H_2 、該第1及び該第2のはんだ接続部に供給されるはんだの体積 V に基づきにより生じる平均はんだ高さ X のばらつき $N\%$ とした場合、 $H_1 = H_2 + 2NH_2 - (100 + N)$ の関係満足させる。

【0010】第2の発明において、該光素子と該基板間のはんだ接続部の高さを、該第1のはんだ接続部の電極および該第2のはんだ接続部の電極の寸法のうち、最小寸法の1/2以下とする。

【0011】第3の発明では、光素子の実装方法は、光素子の中央部に配置された素子中央電極と基板の中央部に配置された基板中央電極とで形成される体積より少ない量のはんだを該基板中央電極上に供給し、該光素子の周辺部に配置された素子周辺電極と該基板の周辺部に配置された基板周辺電極とで形成される体積以上の量のはんだを該基板周辺電極上に供給する工程と、該基板上に該光素子を所定の位置に位置あわせし加圧もしくははんだの融点以下の温度で加熱しながら加圧することにより

仮接続する工程と、はんだの融点以上に加熱して溶融したはんだの表面張力を利用して該基板上の電極に対して該光素子上の電極を位置決めする工程とを備える。

【0012】第3の発明において、該はんだの融点以上に加熱して溶融したはんだの表面張力を利用して該基板上電極に対する該光素子上電極の位置決めを行う工程の雰囲気還元雰囲気とする。この場合、該還元性雰囲気は水素ラジカルまたは水素ラジカルと水素との混合物である。

【0013】第4の発明では、光素子の実装方法は、光素子の中央部に配置された素子中央電極と基板の中央部に配置された基板中央電極とで形成される体積より少ない量のはんだを該基板中央電極上に供給し、該光素子の周辺部に配置された素子周辺電極と該基板の周辺部に配置された基板周辺電極とで形成される体積以上の量のはんだを該基板周辺電極上に供給する工程と、該基板上に該光素子を所定の位置に位置あわせし加圧もしくははんだの融点以下の温度で加熱しながら加圧することにより仮接続する工程と、該仮接続された該光素子と該基板間のはんだ接続部にはんだの融点よりも高い沸点を有する有機材料を供給する工程と、該はんだの融点以上に加熱して溶融したはんだの表面張力を利用して該基板上電極に対する該光素子上電極の位置決めを行う工程とを備える。

【0014】第4の発明において、該有機材料は分子内に少なくとも1個以上の水酸基を有する材料である。また、該位置決め工程において、該有機材料を蒸発させて、該位置決め工程後に該有機材料の残さが残らないようにする。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、実施例を用い、図面を参照して説明する。光素子の実装構造においては、電極材料としてはTi、Pt、Au等の金属が基板上に形成され、はんだ材料としてはAu-Snの共晶組成(Au80wt%、Sn20wt%)が一般的に用いられる。本発明の対象としては、これらを主成分とし、他の電極およびはんだ材料を用いた場合にも適用可能である。

【0016】図1は本発明による光素子のはんだ接続用電極の一実施例を示す平面図および光素子を基板に接続した光素子の実装構造の一実施例を示す断面図であり、図1(a)は光素子の平面図であり、図1(b)は光素子を基板に接続した光素子の実装構造の断面図である。

【0017】図1(a)において、1はレーザーダイオードやフォトダイオード等の光素子であり、第1のはんだ接続部用光素子側電極(以下、第1の光素子側電極と称する)2と第2のはんだ接続部用光素子側電極(以下第2の光素子側電極と称する)3a、3bが設けられている。第1のはんだ接続部用光素子側電極2は放熱性を確保するために光素子1の活性層に沿って帯状に形成され、そ

の周辺部に円形の第2のはんだ接続部用光素子側電極3a、3bが形成される。周辺の円形電極3a、3bは、接続強度を確保するとともに帯状電極2と合わせて、基板へのはんだ接続時に溶融はんだの表面張力によってセルフアライメントをより効果的に起こすために設けたものである。

【0018】図1(b)は第1の光素子側電極2、第2の光素子側電極3a、3bに対応する位置に基板4の電極5、6a、6bを形成し、光素子1をセルフアライメントによって基板4上にはんだ接続し、これが完了した状態を示す。図1(b)に示すように、本発明によりはんだ付けされた光素子1の実装構造においては、中央部に設けられた第1の光素子側電極2と基板電極5間のはんだ量はその周辺部に設けられた第2の光素子側電極3aと基板電極6a間、第2の光素子側電極3bと基板電極6b間のはんだ量より少ない。即ち、中央部に設けられた第1の光素子側電極2と基板電極5間のはんだ量は第1の光素子側電極2と基板電極5間で形成される体積より小さくしているため、電極2と電極5間のはんだは凹部を構成するように形成される。これに対して、第2の光素子側電極3aと基板電極6a間、第2の光素子側電極3bと基板電極6b間のはんだ量は第2の光素子側電極3aと基板電極6a間、第2の光素子側電極3bと基板電極6b間で形成される体積よりはんだ量を多くしている。このため、第2の光素子側電極3aと電極6a間、及び第2の光素子側電極3bと電極6b間のはんだは凸部を構成するように形成される。このようにはんだの量を規定することにより、溶融したはんだ7a、7bが共同して、光素子1を中央部で引張り、周辺部では押し上げる力を発生させることができるため、垂直方向、即ち高さ方向の、ばらつきを抑えて光素子1の垂直方向の位置精度を安定化できる。

【0019】次に、供給するはんだの平均高さに着目して考えてみる。今、基板の電極5、6a、6bの全面積に、電極5、6a、6bと平行になるようにはんだを供給した場合のはんだの高さを平均の高さとする、中央部に形成された第1の光素子側電極2と基板4の電極5の間の平均はんだ高さを周辺部に形成された第2の光素子側電極3aと基板4の電極6aの間、及び第2の光素子側電極3bと基板4の電極6bの間の平均はんだ高さよりも低くするようにする。以下、中央部に形成された第1の光素子側電極2と基板4の電極5をはんだ付けした部分を第1のはんだ接続部と称し、周辺部に形成された第2の光素子側電極3a、3bとそれぞれ基板4の電極6a、6bをはんだ付けした部分を第2のはんだ接続部と称す。このように構成すると、垂直方向に関して溶融したはんだ部7a、7bが共同して、光素子1を中央部で引張り、周辺部では押し上げる力を発生させることができるため、図1(a)、図1(b)に示すように、垂直方向の位置精度を安定化させることができる光

素子の実装構造を得ることができる。

【0020】図2は光素子の実装構造を示す一部断面図であり、図2(a)は本発明によって構成された光素子の実装構造の一部断面図を、図2(b)は従来の光素子の実装構造の一部断面図を示す。中央部と周辺部の電極間の平均はんだ高さが等しい場合、または中央部の第1の光素子側電極2と電極5間のはんだの高さに比べて、それぞれ第2の光素子側電極3a、3bと基板4の電極6a、6b間のはんだの高さが低い場合には、図2(b)に示したように、垂直方向の実装精度が得られない場合があることを実験により確認した。このように、垂直方向で光素子が傾く原因は、はんだの量と、はんだの溶融時間の差により最初に溶融した方が低くなる傾向にあるということの相乗作用により傾きが発生する。図2(b)でははんだ部7aの高さが一番高く、順次はんだ部7b、はんだ部7cになるに従って、低くなる例を示している。

【0021】次に、平均はんだ高さについて図3を用いて説明する。図3は光素子の実装構造における平均はんだ高さを説明するための一部断面図である。図3(a)は第2のはんだ接続部の一部断面図、図3(b)、第3(c)は第1のはんだ接続部の一部断面図を示す。本実

$$H1(1+N/100) < H2(1-N/100) \cdots \cdots (数1)$$

したがって、両者の差($H1-H2$)は、(数2)式を満足するようにすればよい。

【0023】

$$H1-H2 = 2NH2/(100+N) \cdots \cdots (2)$$

図4は第1と第2のはんだ接続部の高さの差による垂直方向の実装精度を示す特性図である。図4では、例として、 $H2=5$ ミクロン、 $N=10\%$ のはんだを用いて $H1-H2$ と垂直方向の実装精度の関係を実験により求めた結果を示している。この場合、実装精度を $1\mu\text{m}$ 以下にするには、 $H1-H2$ が $0.9\mu\text{m}$ 未満であればよいことが分かる。よって、 $H2=5$ ミクロン、 $N=10\%$ の場合、(数2)において、 $H1-H2$ を 0.9 ミクロン未満として計算すればよいことが分かる。この計算による予測値は、実験結果による垂直精度向上領域と良く一致している。なお、光素子1と基板4間のはんだ接続部の高さを、第1のはんだ接続部の電極および第2のはんだ接続部の電極の寸法のうち、最小寸法の $1/2$ 以下とすると更に好適である。

【0024】図5は本発明による光素子の電極の配置例を示す平面図であり、図5(a)は活性層に沿った電極を帯状にした例を示し、図5(b)は活性層に沿って、円形の電極を多数設けた例を示し、図5(c)は活性層の電極を円形として、光素子の重心近傍に設けた例を示す。

【0025】図5には光素子1上の第1の光素子側電極2と第2の光素子側電極3a、3bの配置例が示されている。第1の光素子側電極2の形状としては、活性層が

施例における第2のはんだ接続部は図3(a)に示す用に、はんだ接続後の平均はんだ高さ $H2$ を持っているものとする。平均はんだ高さは、それぞれ第2の光素子側電極3a、3bと基板側の電極6a、6bを上下面とし、その外形を直線で結んでできる立体の体積が基板4の電極6上に供給したはんだの体積と等しくなる立体の高さである。図3(b)に示すように、供給するはんだ7bの体積を少なくした場合、また、図3(c)に示すように、供給するはんだ7bの体積ははんだ7aと同じ量であっても第1の光素子側電極2を大きくした場合、第1のはんだ接続部の平均はんだ高さ $H1$ を第2のはんだ接続部の平均はんだ高さ $H2$ よりも低くすることができる。第1のはんだ接続部の平均はんだ高さ $H1$ と第2のはんだ接続部の平均はんだ高さ $H2$ との関係は、主として供給するはんだの体積ばらつきにより生じる平均はんだ高さのばらつき割合 $N\%$ を考慮して決定する必要がある。すなわち、(1)式に示すように、ばらつきを含めた $H1$ の最大値 $H1(1+N/100)$ が $H2$ の最小値 $H2(1-N/100)$ よりも小さくなるようにすればよい。

【0022】

らの放熱を考慮する必要がある素子に関しては図5

(a)に示したように活性層に沿った帯状とすることが望ましい。一方、放熱性が問題とならない場合には、図5(b)(c)に示したように第2の光素子側電極3a、3bと同形状で問題はない。姿勢の安定化のためには、両者の電極とも光素子1の中心(重心)を含むように配置する。好ましくは、中心(重心)に対して点対称に配置すれば良い。

【0026】以下、図6を用いて、本発明による光素子の実装方法について説明する。図6は本発明の光素子の実装方法を説明するための実装工程の一実施例を示す工程図である。まず、図6(a)に示すように、基板4上の電極5、6a、6bにそれぞれはんだ7a、7cを供給する。このはんだ供給方法に関しては、蒸着、めっき、フリット等によるものがあり、本実施例ではいずれの方法でもはんだを供給してもよい。次に、図6(b)に示すように、電極2、3a、3bをもつ光素子1を基板4上の電極5、6a、6bに位置合わせし、供給したはんだ7a、7cの融点以下の温度で加圧することにより仮接続を行う。これにより、位置合わせから次工程のはんだの加熱溶融による本接続工程までの位置ずれを防止し、生産性に優れた実装工程を実現できる。次に、はんだ溶融接続時の表面張力を利用したセルフアライメントによる光素子1の高精度位置決めを実現するためには、溶融時にはんだ表面の酸化膜を除去またはセルフアライメントを妨げない程度に薄く制御する必要がある。本実施例では、図6(c)、(d)に示すように、

仮接続された光素子1と基板4とを還元雰囲気8中で加熱溶解することにより、セルフアライメントによる高精度位置決めを実現できる。図6(c)は還元雰囲気8中で加熱溶解を始める時の状態を示す。はんだが溶融し始めた時の状態を示す。はんだが溶融するに従って、セルフアライメントが行われる。はんだの量を図1～図3を用いて説明したように、例えば、はんだ7bの量を第1の光素子側電極2と基板4の電極5で形成される体積よりも少なくし、はんだ7a、7cの量をそれぞれ第2の光素子側電極3aと電極6a、または第2の光素子側電極3bと電極6bで形成される体積以上としてセルフアライメントを行った場合、または、はんだの高さの差 $H1-H2$ を(数2)を満足させるように供給することによって、図6(d)に示すように水平方向及び垂直方向の精度を満足した光素子の実装構造を得ることができる。還元雰囲気8としては、はんだの酸化膜と確実に反応して還元させるためには、水素ラジカル、または水素ラジカルと水素の混合物を含む雰囲気であることが望ましい。その後、冷却しはんだを凝固させることにより、図6(e)に示すように、フラックスを用いないため、信頼性に影響を及ぼす残さがなく、後洗浄工程を必要としない清浄な実装構造を得ることができる。

【0027】以下、はんだの溶融加熱時に酸化膜を還元除去する方法の他の実施例を図7を用いて説明する。図7は本発明の光素子の実装方法を説明するための実装工程の他の実施例を示す工程図であり、本実施例では還元性を有する有機材料を用いる。まず、図7(a)、

(b)は、上記実施例と同様に基板4へのはんだ7a～7cの供給、光素子1の基板4上への仮接続を行う。次に、図7(c)に示すように、光素子1と基板4の間のはんだ接続部を覆うように有機材料9を供給する。この有機材料9としては、沸点がはんだの融点よりも高く、はんだ溶融時にはんだ表面の酸化膜が還元除去され再酸化が防止された状態に保つような材料を選ぶ。還元性をもつ材料としては、分子内に少なくとも1個以上の水酸基を有するアルコール系の材料が適している。例えば、融点 27.8°C の $\text{An}20\text{wt}\%\text{Sn}$ はんだを用いる場合には、有機材料9としては、トリエチレングリコール(沸点 350°C)、テトラエチレングリコール(沸点 371°C)、ペンタエチレングリコール(沸点 370°C)を用いることにより、セルフアライメントが妨げられず基板上への光素子1の高精度な位置決め実装が実現できることを確認した。光素子1と基板4を加熱すると、図7(d)に示すように、はんだが溶融し始め、有機材料9は図7(a)に示すように蒸発し始め、有機材料9は図7(e)に示すように残さとして残ることはない。このため、図6の実施例と同様に後洗浄工程は不要となる。

このためには、加熱工程の温度プロファイルに応じた有機材料を選択すればよい。すなわち、昇温速度が早く加熱時間が短くなるほど、より低い沸点の材料を使用し確

実に蒸発するようにする必要がある。

【0028】図8は本発明による光素子の実装構造の他の実施例を示す一部断面側面図及び上面図であり、図8(a)は光導波路及び光素子の実装構造を示す一部断面側面図であり、図8(b)は光導波路及び光素子の実装構造を示す上面図である。本実施例は光素子を光導波路基板上に実装した例を示しており、図8に示すように、光導波路基板10にはコア層12を有する光導波路11が設けられ、この光導波路11に対向して光素子1が光導波路基板10にはんだ付けされている。光導波路基板10へのはんだ付けは図1～図3を用いて説明した方法で行われる。このため、光素子1を基板4上の所定の位置に高精度に位置決めされた実装構造が実現できる。従って、基板1上の光導波路11のコア層12と光素子1の活性層13とを高精度に位置決め可能である。よって、活性層13から出射された光は光導波路12に効率良く伝送することができる。

【0029】本実施例での光導波路11のコア層12の高さは10ミクロン程度であり、したがって、はんだ接続部の高さは10ミクロン以下ある必要がある。一方、セルフアライメントを利用して高精度位置決めを実現する効果は、仮接続時の水平方向の搭載時所要精度を緩和し、少なくとも10ミクロン以上とすることにより搭載の容易化による製造(装置、工程時間)コストの大幅な低減をはかるものである。セルフアライメント効果を得るためには、好ましくは、仮接続時において光素子の電極と基板の電極の重なり巾がずれ量よりも大きい方がよく、10ミクロンのずれ量を許容するためには、重なり巾として10ミクロン以上、電極の直径または巾としては20ミクロン以上である必要がある。したがって、はんだの高さは電極直径または巾の1/2以下という非常に薄いはんだとなり、従来技術では、フラックスを用いないでセルフアライメントにより高精度な位置決めを実現することは不可能であった。本発明では、上記実施例で示した還元雰囲気または還元性有機材料を用いることにより、本実施例より薄いはんだを用いる必要がある場合においても、1ミクロン以下の精度で3次元位置決めが可能であることを確認した。

【0030】以上述べたように、本発明によれば、フラックスを用いることなく、電極径(巾)の1/2以下もしくは10ミクロン以下の薄いはんだが溶融時の表面張力によるセルフアライメント効果のみで、基板上の所定の位置に光素子を高精度に位置決めすることが可能な光素子の実装構造を実現することができる。

【0031】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、セルフアライメント効果のみで、光素子を基板上の所定の位置に高精度ではんだ付けして位置決めすることができる。また、フラックスを用いることなく、はんだ表面の酸化膜が還元除去される。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明による光素子のはんだ接続用電極の一実施例を示す平面図および光素子を基板に接続した光素子の実装構造の一実施例を示す断面図である。

【図２】光素子の実装構造を示す一部断面図である。

【図３】光素子の実装構造における平均はんだ高さを説明するための一部断面図である。

【図４】第１と第２のはんだ接続部の高さの差による垂直方向の実装精度を示す特性図である。

【図５】本発明による光素子の電極の配置例を示す平面図である。

【図６】本発明の光素子の実装方法を説明するための実

装工程の一実施例を示す工程図である。

【図７】本発明の光素子の実装方法を説明するための実装工程の他の実施例を示す工程図である。

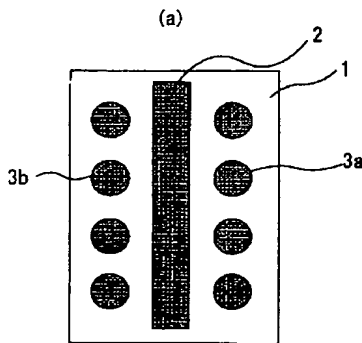
【図８】本発明による光素子の実装構造の他の実施例を示す一部断面側面図及び上面図である。

【符号の説明】

１…光素子、２…第１のはんだ接続部用光素子側電極、３ａ、３ｂ…第２のはんだ接続部用光素子側電極、４…基板、５、６ａ、６ｂ…電極、７ａ、７ｂ、７ｃ…はんだ、８…還元雰囲気、９…有機材料、１０…光導波路基板、１１…光導波路、１２…光導波路のコア層、１３…活性層。

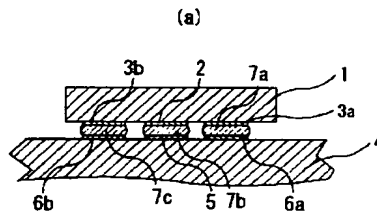
【図１】

図 1

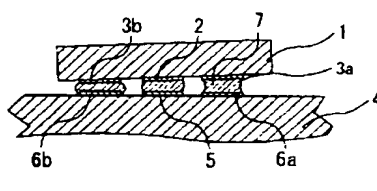


【図２】

図 2

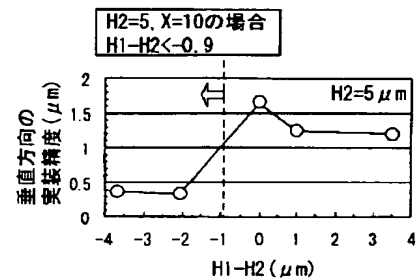


(b)



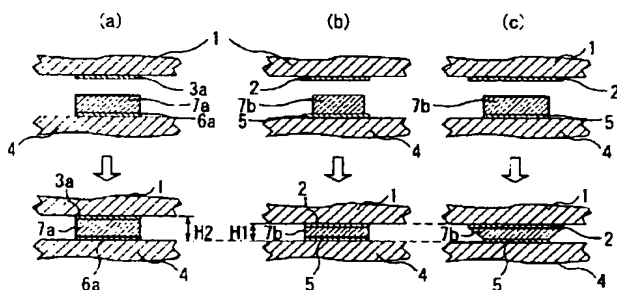
【図４】

図 4



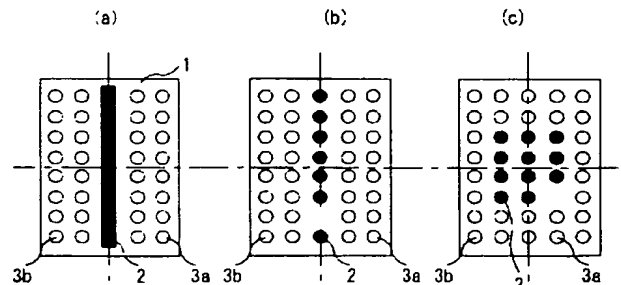
【図３】

図 3



【図５】

図 5



フロントページの続き

(72)発明者 川本 和民
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

Fターム(参考) 5F044 KK12 KK17 LL01 LL04 QQ06
5F073 CB22 FA22 FA23
5F088 AA01 BA16 EA11 JA03